

臺灣西北部人工魚礁效益評估

主辦機關：國立臺灣海洋大學

執行機關：國立臺灣海洋大學

| | | |
|--------|-----|--------|
| 執行人： | 歐錫祺 | 教授兼訓導長 |
| 計劃主辦人： | 鄭火元 | 副教授 |
| | 江進榮 | 助理 |
| | 陳伯實 | 研究生 |

計劃名稱：臺灣西北部人工魚礁效益評估

計劃編號：79農建-3.2-漁-20 (3-2A)

摘 要

人工魚礁可提供漁民更多的作業場所，同時也達到培育資源，增加漁產之目地。本研究乃針對苗栗縣外埔人工魚礁區，進行漁獲效益評估，以了解魚礁投放後之效益，作為今後投放魚礁之參考，所得結果摘述如下：

1. 在礁區做三重底刺網之漁獲試驗，結果大部份為岩礁性魚種。
2. 由漁獲資料得知，魚礁投放前三年之魚種有 48 種，魚礁投放後三年之魚種則達 60 種，其中新增魚種有 20 種，減少魚種有 8 種，淨增加魚種有 12 種；又魚礁投放後，造成魚種組成變異較大。
3. 魚礁投放前後三年魚種數之比較，得知表中層性魚種增加 5 種，岩礁性魚種增加 10 種，而底生性魚種減少 3 種，總共淨增加 12 種；經 T 檢定，以岩礁性魚種數和總魚種數之增加較顯著。
4. 魚礁投放前後三年，魚種年平均 CPUE 增加者有 28 種，年平均 CPUE 減少者有 12 種；經二因子變異數分析，結果受投放魚礁或年別的影響，呈顯著性增加的有 8 種，而呈顯著性減少的有 3 種。
5. 魚礁投放後對魚種漁期之影響，經 T 檢定，得知有 12 魚種影響很小，而其餘 28 魚種，則明顯地受到影響。
6. 投放魚礁後，所增加的魚種大多為高經濟價值魚種。

Abstract

The artificial reefs can supply fishermen with more operation places. Also it can develop the marine resources and increase the fish catches. The studying area of the thesis was the artificial reefs located on the coastal waters of Wai-Pu, Miao-Li Hsien. To understand the effectiveness of casting artificial reefs for establishing artificial reefs in future, we executed fishing effect evaluation. The results are as follows:

1. In this area, fishes caught by bottom gill net were mostly composed of rock fishes.
2. By fishery data results, the three years species before casting artificial reefs were 48 species and the three years species after casting artificial reefs were 60 species. Those included 20 increase species and 8 decrease species. The net increase fishes were 12 species. The species composition after casting artificial reefs showed a high variation.
3. Comparison of number of fish species between before and after casting artificial reefs showed the surface and middle fish increased 5 species, the rock fish increased 10 species and the demersal fish decreased 3 species. The net increase fishes were 12 species. By t test showed the rock fish and the total fish increased significantly.
4. Results of the three years averaged comparison of the CPUE between before and after casting artificial reefs showed 28 increase CPUE species and 12 decrease CPUE species. By two-way ANOVA for affected CPUE of species with reef and year factors showed 8 species increased and 3 species decreased significantly.
5. The fishing period was affected by casting artificial reefs. By t test showed 12 species had no significant effects, other 28 species had significant effects.
6. Most of the increase in species after casting artificial reefs were high valued fishes.

前 言

人類在很早以前，就發現在礁石、堤岸、漂浮物或是沉船區的海底，會聚集著較多魚類之現象，因為這些地方除了有較豐富的食物外，還可提供弱小魚類棲息和避難的場所。而人工魚礁（Artificial reefs），就是以魚介類為對象，將天然或人造的物體投放堆置於海中，以改變海洋環境，供給動、植物良好的生活場所，進而達到培育資源和增加漁產的目的。

近年來人工魚礁的設置，已隨著國內外漁業情勢發展，而變得日益重要。主要原因是許多漁業國家，在其沿海有過漁現象（Over fishing），又因國內非法炸魚、電魚、毒魚，加上環境污染等問題，造成今日漁業資源減產且漁場日益萎縮。因此除加強環保工作外，同時積極地設置人工魚礁，來培育沿海漁業資源，才是解決此一問題的最好方法。有鑑於此，日本早在1952年，就開始大規模地構築人工魚礁，期能對沿岸漁場的恢復有所振興，並且是付出了相當大的代價，來進行人工魚礁的研究。例如小川（1966；1967；1968）於魚群對人工魚礁的行動做了詳細的水槽實驗；肥後等（1974；1978；1979）對人工魚礁的實態進行潛水觀察；岡本（1983 a）使用魚探機來調查人工魚礁的魚群分佈情形；田中（1988）以漁獲資料來分析人工魚礁的漁獲效果；安永等（1989）對人工魚礁附近環境變動與魚群生態有詳盡調查；佐藤（1984）對日本人工魚礁有全盤性之討論等。其效果卓著的報告，亦常見於報章雜誌，所以在很多的成功例子鼓舞之下，日本設置人工魚礁，已日益普及，且影響到世界各國。

我國自民國62年起，在漁業局之補助下，開始有計畫地展開『設置魚礁，培育資源』的工作。關於國內人工魚礁的研究，中央研究院動物所張（1976；1977；1979）有詳盡的潛水調查；邵（1988；1989 a，b）對於台灣北部

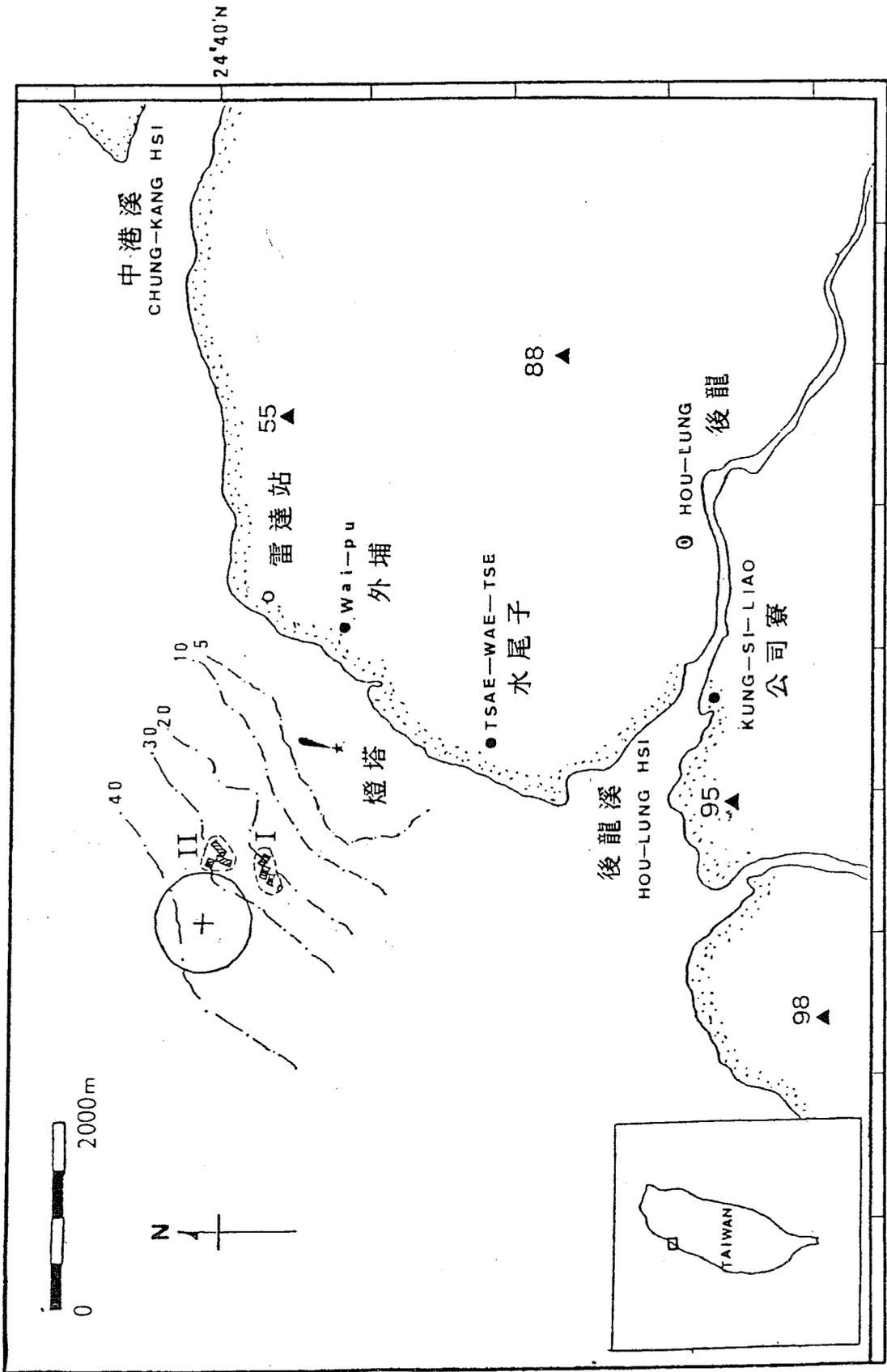
海域設置人工魚礁有規畫研究；台灣省水產試驗所李(1980)及國立台灣海洋大學歐等(1990 a, b)亦做過人工魚礁的魚探調查和漁獲效益等。然而政府每年投資數百萬元乃至數千萬元之經費，用來建造魚礁，對於其投放後之效益，卻很少再研究調查，且魚礁投放後，可能會被流失、埋沒，甚至被網具所覆蓋，影響魚礁的聚魚效果。本調查乃繼上(七十八)年度人工魚礁分布實態調查之後，繼續執行行政院農業委員會『沿岸漁業資源保育及開發利用計畫』之細部計畫『臺灣西北部人工魚礁效益評估』，計畫編號：79農建-3.2-漁-20(3-2A)，針對苗栗縣外埔海域之人工魚礁區，進行漁獲試驗，並收集漁獲資料，以了解魚礁投放後之漁獲效益，作為日後應否繼續投放與改進之參考，更希望有益於未來海洋牧場 (Sea farming) 之規畫。

材料與方法

有關外埔人工魚礁區之分布實態(如圖1)，已有調查結果報告(陳等，1988；歐等，1990 b)，為了進一步了解魚礁投放後之效益，乃於民國78年7月至民國79年6月，進行此礁區之漁獲效益評估，茲分述如下：

1. 漁獲試驗

一般在人工魚礁附近作業的漁法，有一支釣、延繩釣和刺網等，而刺網又可分為浮刺網、流刺網與底刺網三種。本研究調查係租用民間船筏(如照片1)，並以三重底刺網為主(如照片2)，網具的結構，每一張網片長60公尺，高5公尺，作業時連結15張網片，置於礁區附近，每次作業時間長約8小時，使魚類罹刺或纏絡於網目上，而加以捕撈；此外量取漁獲物的體長與體重，鑑定其種類，以了解礁區附近的魚種組成。



圖例

2. 魚礁投放前後漁獲效益之比較

調查人工魚礁的漁獲效果，間接而有效的方法，為標本船漁獲資料的解析（增澤，1974）。由於刺網為外埔海域主要的漁業，且漁筏作業範圍小（上至竹南，下至白沙屯），大致在礁區附近，故漁獲資料可靠性高；而所採用的資料來源，除調查詢問當地漁民外，以南龍區漁會的刺網漁筏拍賣計算清單為主。依漁業局之公告，外埔魚礁之投放，係自民國74年7月開始，到民國78年7月，已投放了四角型水泥礁289座，雙層式水泥礁248座，總空間容積1967立方公尺；本研究取魚礁投放前三年（從民國71年7月至74年6月）與魚礁投放後三年（從民國74年7月至77年6月）之漁獲資料，來加以整理比較，並做統計分析，以評估魚礁投放前後之漁獲效益，這方面包括（1）魚種組成之變動（2）魚種數之比較（3）魚礁對魚種年平均CPUE之影響（4）魚礁對魚種漁期之影響（5）經濟效益之比較等。

結果與討論

1. 漁獲試驗

於礁區共進行二次三重底刺網之漁獲試驗（如表1），第一次捕獲斑雞魚、細鱗石鱸、白腹鰭、鋸緣青鱗、黃錫鯛、白帶魚、烏賊等（如照片3~9），共7種13尾；第二次捕獲花身雞魚、斑雞魚、黃錫鯛、擬青石斑、黃魚、烏鰂等（如照片10~12），共6種17尾，總共二次捕獲11種30尾且大部份屬於岩礁性魚種。柿元（1967 a）在半徑1100公尺的魚礁區內，做三重底刺網的漁獲試驗，結果也發現魚礁區的漁獲率比非魚礁區（一般漁場）要高，且魚礁區內以岩礁性魚種較多。

表 1 外埔人工魚礁區之底刺網漁獲試驗情形

| 時 間 | 魚 種 | 體 長(cm) | 體 重(g) | 數 量 |
|------|--|---------|---------|-----|
| 3月3日 | 斑 雞 魚(<u>Pomadasys maculatus</u>) | 18-21 | 140-160 | 4 |
| | 細鱗石鱧(<u>Plectorhynchus pictus</u>) | 21-23 | 240-340 | 2 |
| | 白 腹 鱈(<u>Scomberomorus guttatus</u>) | 45-46 | 730-750 | 2 |
| | 鉅緣青蟳(<u>Scylla serrata</u>) | 8-9 | 90-120 | 2 |
| | 黃 錫 鯛(<u>Sparus sarba</u>) | 18 | 150 | 1 |
| | 白 帶 魚(<u>Trichiurus lepturus</u>) | 110 | 1020 | 1 |
| | 烏 賊(<u>Sepia esculenta</u>) | 27 | 1200 | 1 |
| 6月7日 | 花身雞魚(<u>Therapon jarbua</u>) | 13-16 | 45-55 | 5 |
| | 斑 雞 魚(<u>Pomadasys maculatus</u>) | 21-27 | 180-250 | 4 |
| | 黃 錫 鯛(<u>Sparus sarba</u>) | 27-30 | 400-500 | 3 |
| | 擬青石斑(<u>Epinephelus diacanthus</u>) | 23-29 | 100-280 | 2 |
| | 黃 魚(<u>Pseudosciaena polyactis</u>) | 26-30 | 150-250 | 2 |
| | 烏 鯧(<u>Apolectus niger</u>) | 29 | 500 | 1 |

2. 魚礁投放前後漁獲效益之比較

(1) 魚種組成之變動

由漁獲資料分析得知，外埔海域人工魚礁投放前後之魚類相，種類繁多，其中經學名確定者有68種（如表2～3）。魚礁投放前三年（從民國71年7月至74年6月）之魚種有48種，魚礁投放後三年（從民國74年7月至77年6月）之魚種則達60種，其中新增魚種有20種，減少魚種有8種，淨增加魚種有12種。表4為魚礁投放前後三年平均之主要魚種組成，漁獲量百分比大於1%者，投放前有10種，投放後有18種，顯示魚礁投放後，主要魚種有增多的趨勢，並以洄游性和岩礁性魚種為主。

依Morisita (1959) 之方法，求得魚礁投放前後魚種組成類似度指數之月別變化（如圖2），其中以7月份值0.973為最高，11月份值0.233為最低，這表示魚礁投放後，吸引更多季節性魚種與岩礁性魚種來游，使得冬季比夏季的魚種組成較複雜。投放魚礁，會改變漁場環境，可產生近似有岩礁之底質，使得魚種有共生（Symbiosis）（Allen, 1972）與共棲（Containment）（Feder, 1966）之關係，而造成魚種組成變異較大之現象。

(2) 魚種數之比較

表5是外埔海域魚礁投放前後歷年各月份漁獲之魚種數，得知歷年之總魚種數，以74年魚礁投放後明顯增多，而後有減少的傾向，這可能是魚礁被埋沒及環境污染所造成。魚礁投放前後三年平均各月份魚種數之比較（如圖3），顯示魚礁投放後，在1月份、3月份與7月份至12月份，魚種數有明顯增加，且來游魚種數以冬季增加較多。

小川（1969）在人工魚礁區，依魚種生息條件，區

表 2 外埔海域人工魚礁投放前後漁獲之魚類相

| 種名 SPECIES NAME | 投放前 | 投放後 |
|--|-----|-----|
| 軟骨魚綱 Class Chondrichthyes | | |
| 板鰓亞綱 Subclass Elasmobranchii | | |
| 鱈目 Rajiformes | | |
| 犁頭鱈科 Rhinobatidae----龍紋鱈 (沙魚) <u>Rhynchobatus djiddensis</u> | + | + |
| 魴科 Dasyatidae-----赤土魴 (魴) <u>Pasyatis akajei</u> | + | - |
| 硬骨魚綱 Class Osteichthyes | | |
| 條鰭亞綱 Subclass Actinopterygii | | |
| 鯉形首目 Superorder Clupeomorpha | | |
| 鯉目 Clupeiformes | | |
| 鯉科 Clupeidae-----長鰱 (力魚) <u>Ilisha elongata</u> | + | + |
| 鯊科 Engraulidae-----日本鯊 (鯧) <u>Engraulis japonica</u> | + | + |
| -----銀帶鯊 (鯧) <u>Stolephorus sp.</u> | + | + |
| 寶刀魚科 Chirocentridae--寶刀魚 (西刀) <u>Chirocentrus dorab</u> | + | - |
| 海鱧形首目 Superorder Elopomorpha | | |
| 海鱧目 Elopiformes | | |
| 海鱧科 Muraenesocidae----灰海鱧 (海鱧) <u>Muraenesox binereus</u> | + | - |
| 骨鰈首目 Superorder Ostarlophysi | | |
| 鯨目 Siluriformes | | |
| 海鯨科 Ariidae-----斑海鯨 (生仔) <u>Tachysurus maculatus</u> | + | + |
| 洞穴魚形首目 Superorder Scopelomorpha | | |
| 燈籠魚目 Myctophiformes | | |
| 合齒科 Synodontidae-----正蜥魚 (狗母) <u>Saurida undosquamis</u> | + | - |
| 棘鰭魚首目 Superorder Acanthopterygii | | |
| 銀漢魚目 Atheriniformes | | |
| 鶴鱵科 Belontiidae-----艾尾鶴鱵 (青針) <u>Tylosurus melanotus</u> | - | + |
| 魮目 Scorpaeniformes | | |
| 牛尾魚科 Platycephalida--印度牛尾魚 (牛尾) <u>Platycephalus indicus</u> | + | - |
| 鱸目 Perciformes | | |
| 鱸科 Percichthyidae-----鱸魚 (鱸) <u>Lateolabrax japonicus</u> | + | + |
| -----擬青石斑 (郭仔) <u>Epinephelus diacanthus</u> | + | + |
| 條紋雞魚科 Theraponidae--花身雞魚 (花身) <u>Therapon jarbua</u> | + | + |
| 大眼鯛科 Priacanthidae---大眼鯛 (紅目連) <u>Priacanthus macracanthus</u> | - | + |
| 馬頭魚科 Branchiostegidae馬頭魚 (馬頭) <u>Branchiostegus argentatus</u> | + | - |
| 鰻科 Carangidae-----銅鏡鰻 (東鏡) <u>Decapterus maruadsi</u> | - | + |
| -----紅甘鰻 (紅甘) <u>Seriola dumeril</u> | + | + |
| -----扁甲鰻 (鐵甲) <u>Megalaspis cordyla</u> | + | + |
| -----瓜子鰻 (瓜) <u>Carany malabaricus</u> | - | + |
| -----南方逆鈎鰻 (七星) <u>Chorinemus toloparaph</u> | - | + |
| 鱸科 Coryphaenidae-----鱸魚 (鬼頭刀) <u>Coryphaena hippurus</u> | - | + |
| 烏鰂科 Formionidae-----烏鰂 (黑鰂) <u>Apolectus niger</u> | - | + |
| 金線魚科 Nemipteridae----金線魚 (金線) <u>Nemipterus virgatus</u> | + | + |
| 石鱸科 Pomadasysidae-----斑雞魚 (石志) <u>Pomadasys maculatus</u> | - | + |
| -----細鱗石鱸 (加志) <u>Plectorhynchus pictus</u> | + | + |

註：-號表未出現魚種；+號表出現魚種；括符內為俗名

表 3 外埔海域人工魚礁投放前後漁獲之魚類相 (續)

| 種名 SPECIES NAME | 投放前 | 投放後 |
|---|-----|-----|
| 鱸目 Perciformes | | |
| 龍占科 Lethrinidae-----龍占 (龍尖) <u>Lethrinus haematopterus</u> | - | + |
| -----青嘴龍占 (青口) <u>Lethrinus nebulosus</u> | - | + |
| 鯛科 Sparidae-----嘉鱸魚 (加鱸) <u>Pagrus major</u> | + | + |
| -----黑鯛 (黑格) <u>Acanthopagrus schlegeli</u> | + | + |
| -----黃錫鯛 (赤翅) <u>Sparus sarba</u> | - | + |
| -----赤鯨 (赤鯨) <u>Dentex tumifrons</u> | - | + |
| -----血鯛 (盤仔) <u>Evynnis cardinalis</u> | + | + |
| 石首魚科 Sciaenidae-----鮟魚 (免魚) <u>Miichthys miiuy</u> | + | + |
| -----銀齒鰾 (三牙) <u>Otolithes ruber</u> | + | + |
| -----白鰾 (白口) <u>Pennahia pawak</u> | + | + |
| -----黃魚 (黃魚) <u>Pseudosciaena polyactis</u> | + | + |
| 鬚鯛科 Mullidae-----秋姑魚 (紅秋姑) <u>Upeneus bensasi</u> | - | + |
| 瓜子鱸科 Girellidae-----黑瓜子鱸 (黑毛) <u>Girella melanichthys</u> | + | + |
| -----蘭勃舵魚 (白毛) <u>Kyphosus lembus</u> | + | + |
| 銀鯧科 Ehippidae-----條紋簾鯛 (金鐘) <u>Drepane longimana</u> | + | - |
| 鯿科 Mugilidae-----烏魚 (烏仔) <u>Mugil cephalus</u> | + | + |
| 金梭魚科 Sphyraenidae-----大眼金梭魚 (尖梭) <u>Sphyraena forsteri</u> | - | + |
| 馬鯨魚科 Polynemidae-----小口馬鯨魚 (午) <u>Polydactylus microstoma</u> | + | + |
| 臭都魚科 Siganidae-----臭都魚 (象魚) <u>Siganus fuscescens</u> | + | + |
| 帶魚科 Trichiuridae-----白帶魚 (白魚) <u>Trichiurus lepturus</u> | + | + |
| 鯖科 Scombridae-----圓花鯷 (鯷) <u>Auxis rochei</u> | + | + |
| -----花腹鯖 (花飛) <u>Scomber australasicus</u> | - | + |
| -----白腹鯖 (白北) <u>Scomberomorus guttatus</u> | + | + |
| -----高麗鯖 (闊北) <u>Scomberomorus koreana</u> | + | + |
| -----中國鯖 (大耳) <u>Scomberomorus sinensis</u> | - | + |
| -----土托鯖 (土托) <u>Scomberomorus commersoni</u> | + | + |
| -----馬加鯖 (鯖) <u>Scomberomorus niphonius</u> | + | + |
| -----竹節鯖 (竹筒) <u>Acanthocybium solandri</u> | + | + |
| -----黃鱈鯖 (串仔) <u>Thunnus albacares</u> | + | + |
| 正旗魚科 Istiophoridae-----紅肉旗魚 (旗魚) <u>Tetrapturus aurax</u> | + | + |
| 長鰻科 Centrolophidae-----瓜子鰻 (肉魚) <u>Psenopsis anomala</u> | + | + |
| 鰻科 Stromateidae-----白鰻 (白鰻) <u>Pampus argenteus</u> | + | + |
| 側泳目 Pleuronectiformes | | |
| 左鰈科 Bothidae-----大齒扁魚 (扁魚) <u>Pseudorhombus arsius</u> | + | - |
| 左鰈科 Cynoglossidae-----短壯鞋底魚 (龍舌) <u>Cynoglossus robustus</u> | - | + |
| 鮫形目 Tetraodontiformes | | |
| 鱗鮫科 Balistidae-----薄葉單棘鮫 (皮魚) <u>Aluterus monoceros</u> | - | + |
| 頭足綱 Cephalopoda-----烏賊 (花枝) <u>Sepia esculenta</u> | + | + |
| -----軟翅仔 (軟絲) <u>Sepioteuthis lessoniana</u> | + | + |
| -----鎖管 (小卷) <u>Loligo formosana</u> | + | + |
| -----南魷 (魷) <u>Symplectoteuthis oualaniensis</u> | - | + |
| 甲殼綱 Crustacea-----日本龍蝦 (龍蝦) <u>Panulirus japonicus</u> | + | + |
| -----蘆蝦 (沙蝦) <u>Metapenaeus monoceros</u> | + | + |
| -----鉅緣青蟳 (石蟳) <u>Scylla serrata</u> | - | + |

註：-號表未出現魚種；+號表出現魚種；括符內為俗名

表 4 魚礁投放前後三年平均之主要魚種組成

| 順位 | 投放前魚種 | 漁獲量百分比 (%) | 投放後魚種 | 漁獲量百分比 (%) |
|----|-------|------------|-------|------------|
| 1 | 馬加鱈 | 24.62 | 日本鯊 | 20.82 |
| 2 | 龍紋鱧 | 20.12 | 龍紋鱧 | 10.13 |
| 3 | 圓花鯉 | 18.64 | 土托鱈 | 9.56 |
| 4 | 銀帶鱈 | 8.33 | 烏魚 | 8.60 |
| 5 | 日本鯊 | 6.76 | 白腹鱈 | 8.43 |
| 6 | 烏賊 | 3.96 | 白帶魚 | 7.00 |
| 7 | 烏魚 | 3.10 | 鎖管 | 5.69 |
| 8 | 白帶魚 | 2.74 | 銀帶鱈 | 4.36 |
| 9 | 小口馬鱈魚 | 1.90 | 馬加鱈 | 3.11 |
| 10 | 白腹鱈 | 1.53 | 圓花鯉 | 3.04 |
| 11 | 紅肉旗魚 | 0.86 | 小口馬鱈魚 | 3.01 |
| 12 | 花身雞魚 | 0.73 | 烏賊 | 2.02 |
| 13 | 鮫魚 | 0.45 | 花身雞魚 | 1.90 |
| 14 | 黃鱈鮪 | 0.37 | 紅肉旗魚 | 1.82 |
| 15 | 斑海鯨 | 0.31 | 黃鱈鮪 | 1.27 |
| 16 | 白鰾 | 0.22 | 竹節鱈 | 1.17 |
| 17 | 紅甘鰽 | 0.20 | 鮫魚 | 1.09 |
| 18 | 瓜子鱈 | 0.09 | 白鰾 | 1.01 |
| 19 | 黑鯛 | 0.07 | 紅甘鰽 | 0.93 |
| 20 | 鎖管 | 0.07 | 花腹鱈 | 0.53 |
| 21 | 扁甲鰽 | 0.07 | 黑鯛 | 0.23 |
| 22 | 嘉鱈魚 | 0.05 | 白鰾 | 0.22 |
| 23 | 灰海鰻 | 0.05 | 瓜子鱈 | 0.19 |
| 24 | 黃魚 | 0.04 | 長鰻 | 0.19 |
| 25 | 高麗鱈 | 0.03 | 黑瓜子鱈 | 0.15 |
| 26 | 擬青石斑 | 0.03 | 南方逆鈎鰽 | 0.12 |
| 27 | 赤土魷 | 0.03 | 銅鏡鰽 | 0.12 |
| 28 | 白鰾 | 0.02 | 薄葉單棘魷 | 0.11 |
| 29 | 鱈魚 | 0.02 | 青嘴龍占 | 0.11 |
| 30 | 長鰻 | 0.02 | 斑海鯨 | 0.11 |
| 31 | 鉅緣青蟳 | 0.01 | 細鱗石鱈 | 0.10 |
| 32 | 細鱗石鱈 | 0.01 | 鱈魚 | 0.08 |
| 33 | 軟翅仔 | 0.01 | 扁甲鰽 | 0.08 |
| 34 | 臭都魚 | 0.01 | 擬青石斑 | 0.02 |
| 35 | 銀齒鰾 | 0.01 | 銀齒鰾 | 0.02 |
| 36 | 蘭勃舵魚 | 0.01 | 黃鱈鮪 | 0.02 |

表 5 外埔海域魚礁投放前後歷年各月份漁獲之魚種數

| 月別 | 71 | 72 | 73 | 74 | 75 | 76 | 77 | 平均 |
|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | - | 7 | 9 | 20 | 26 | 5 | 9 | 13 |
| 2 | 8 | 6 | 11 | 12 | 10 | 6 | 11 | 9 |
| 3 | 8 | 6 | 10 | 7 | 12 | 6 | 14 | 9 |
| 4 | 6 | 8 | 7 | 11 | 10 | 9 | 7 | 8 |
| 5 | 8 | 7 | 4 | 6 | 5 | 7 | 4 | 6 |
| 6 | 7 | 8 | 4 | 8 | 7 | 6 | 4 | 6 |
| 7 | 4 | 4 | 3 | 5 | 4 | - | - | 4 |
| 8 | 4 | 5 | 5 | 10 | 8 | - | - | 6 |
| 9 | 6 | 4 | 5 | 13 | 22 | 6 | 5 | 9 |
| 10 | 7 | 11 | 11 | 21 | 17 | 16 | 7 | 13 |
| 11 | 11 | 14 | 10 | 19 | 19 | 17 | 13 | 15 |
| 12 | 10 | 10 | 11 | 27 | 24 | 11 | 18 | 16 |
| 合計 | 25 | 28 | 27 | 51 | 46 | 32 | 33 | |

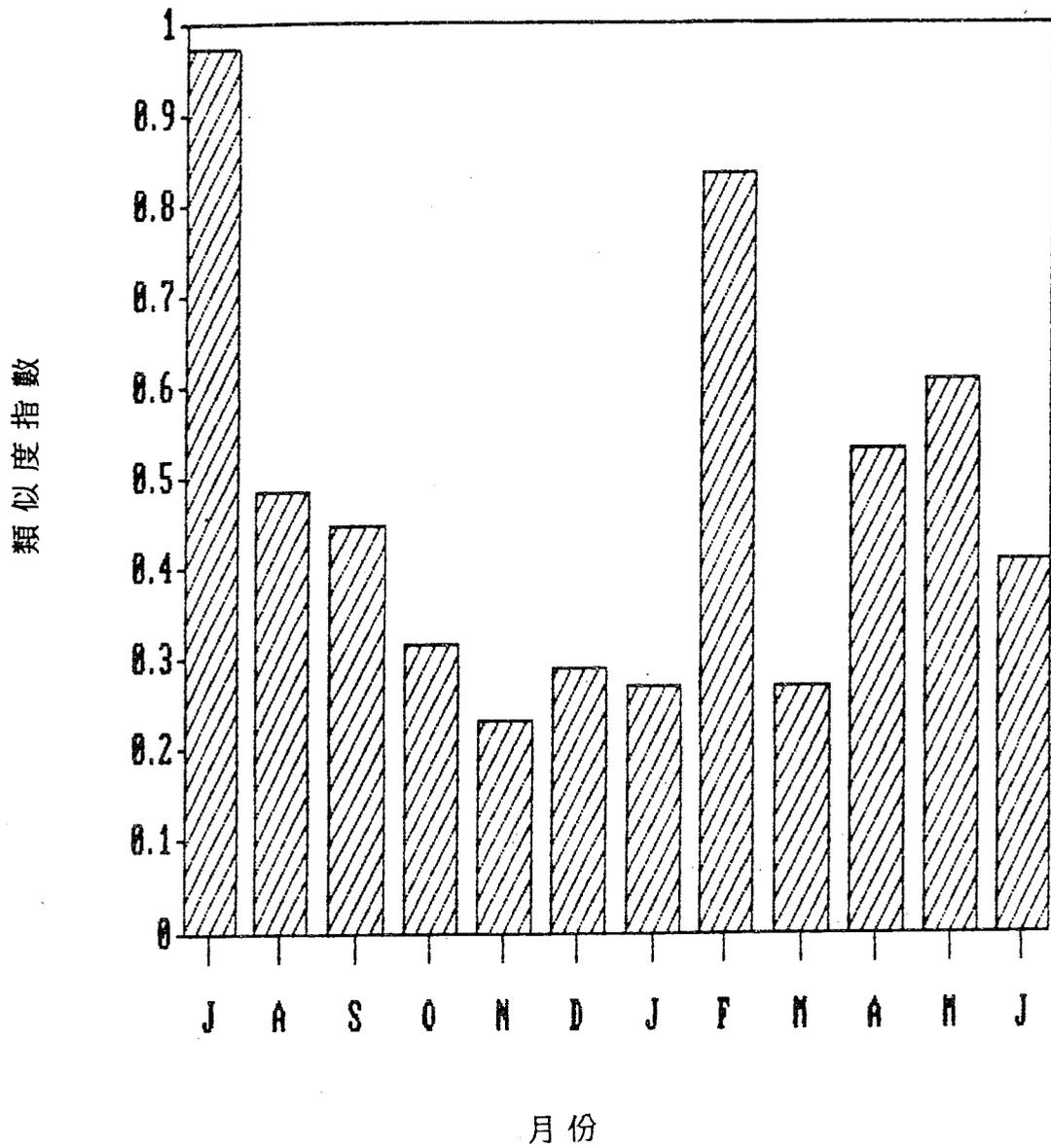


圖 2 . 魚礁投放前後魚種組成類似度指數之月別變化

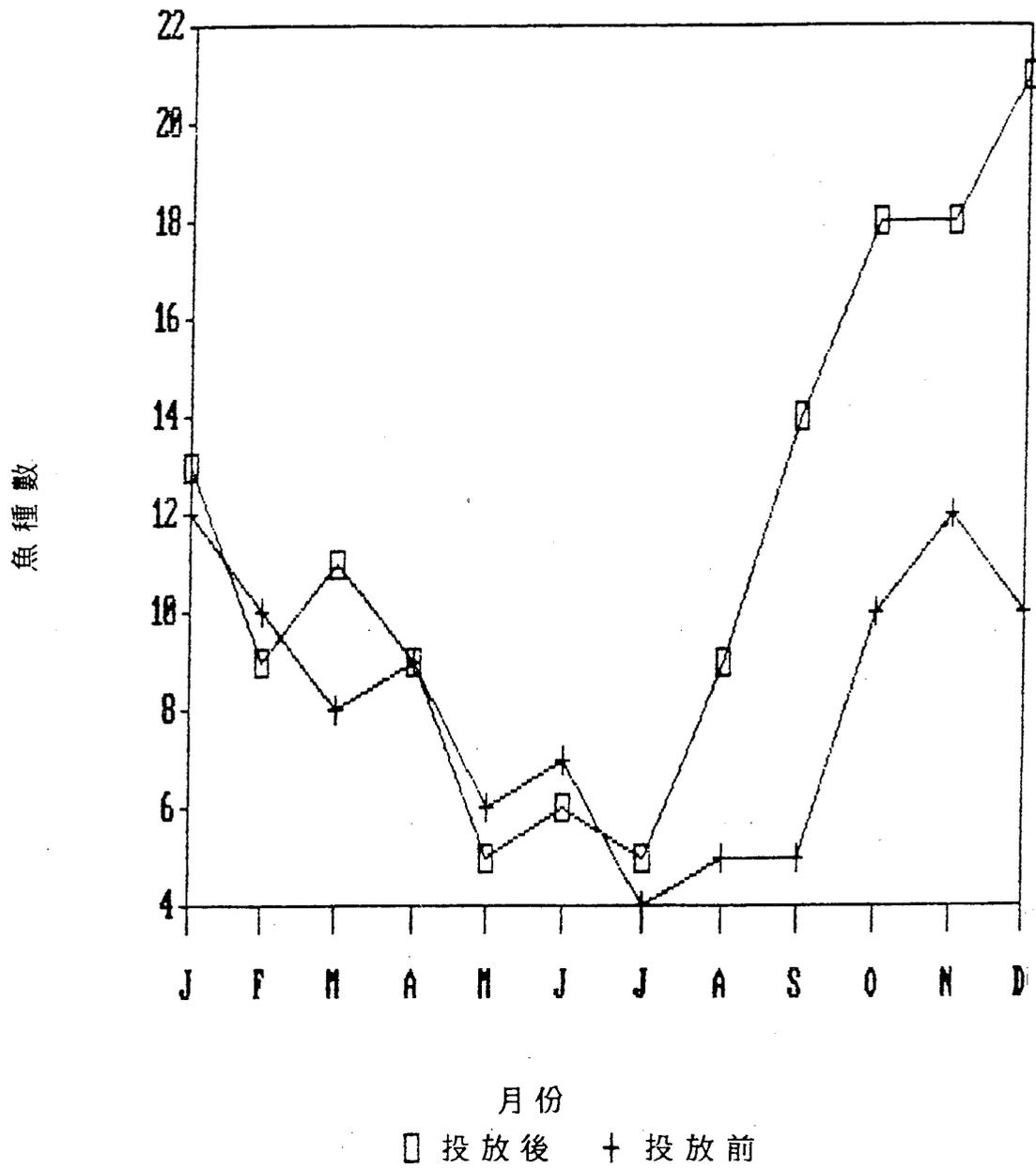


圖 3 . 魚礁投放前後三年平均各月份魚種數之比較

分為表中層性、岩礁性與底生性等三魚種。現採小川的分法，做魚礁投放前後魚種數之比較與檢定（如表6），結果表中層性魚種數增加5種，岩礁性魚種數增加10種，而底生性魚種數減少3種總共淨增加12種；經T檢定，岩礁性魚種數之增加極顯著（ $P < 0.01$ ），總魚總數之增加也很顯著（ $0.01 < P < 0.05$ ），這也許是岩礁性魚種，把魚礁當作是岩礁，而聚集在附近所致（岡本，1983 b）。

(3) 魚礁對魚種年平均CPUE之影響

一般而言，漁場的生產力和安定性，可藉著魚種年平均CPUE和變動係數來判斷（鹽川，1962）。魚種年平均CPUE（單位努力漁獲量），可由漁獲量除以漁筏作業艘次求得；變動係數（CV），可由標準偏差除以年平均CPUE求得。表7為魚礁投放前後三年魚種別年平均CPUE增加和變動係數之比較，魚種年平均CPUE增加者有28種，變動係數之比值較大者（大於1），有鎖管、日本鯊、黃鰭鮪、烏魚、日本龍蝦、白帶魚、蘭勃舵魚和血鯛等8種，表示魚礁投放後此類魚種漁獲量較不穩定；而其餘20種，為漁獲量較安定者。表8為魚礁投放前後三年魚種別年平均CPUE減少和變動係數之比較，魚種年平均CPUE減少者有12種，變動係數之比值較大者（大於1），有烏賊、臭都魚、龍紋鱈、高麗鱈、斑海鯨、圓花鱈和黃魚等7種，顯示魚礁投放後此類魚種漁獲量較不穩定；而其餘5種，為漁獲量較安定者。

表9為魚礁投放前後影響魚種CPUE的二因子變異數分析（Two Way ANOVA），受投放魚礁（Reef）或年別（Year）的影響，呈顯著性增加的魚種，有白鯛、竹節鱈、白鰾、土托鱈、鮫魚、蘭勃舵魚、金線魚和鱸魚等8種；而呈顯著性減少的魚種，有馬加鱈、烏賊和銀帶鱈等3種。此種魚類之消長現象，可能與魚礁規模之環境容量限制有關（Frank，1985）。

表 6 魚礁投放前後魚種數之比較與檢定

| 生息條件的區分 | 魚 種 | 投放前種數 | 投放後種數 | T 檢定值 |
|---------|-----------------------|-------|-------|---------|
| 表中層性魚種 | 犁頭鰩科 Rhinobatidae | 1 | 1 | |
| | 鯷科 Clupeidae | 1 | 1 | |
| | 鯊科 Engraulidae | 2 | 2 | |
| | 寶刀魚科 Chirocentridae | 1 | - | |
| | 膠科 Carangidae | 2 | 5 | |
| | 鱈科 Coryphaenidae | - | 1 | |
| | 鰻科 Mugilidae | 1 | 1 | |
| | 鯖科 Scombridae | 7 | 9 | |
| | 正旗魚科 Istiophoridae | 1 | 1 | |
| | 小計 | 16 | 21 | -1.35 |
| 岩礁性魚種 | 海鰻科 Muraenesocidae | 1 | - | |
| | 海鯰科 Ariidae | 1 | 1 | |
| | 鶴鱺科 Belonidae | - | 1 | |
| | 鱧科 Percichthyidae | 2 | 2 | |
| | 條紋雞魚科 Theraponidae | 1 | 1 | |
| | 大眼鯛科 Priacanthidae | - | 1 | |
| | 金線魚科 Nemipteridae | 1 | 1 | |
| | 石鱧科 Pomadasysidae | 1 | 2 | |
| | 龍占科 Lethrinidae | - | 2 | |
| | 鯛科 Sparidae | 3 | 5 | |
| | 瓜子鱸科 Girellidae | 2 | 2 | |
| | 金梭魚科 Sphyraenidae | - | 1 | |
| | 馬鰩魚科 Polynemidae | 1 | 1 | |
| | 臭都魚科 Siganidae | 1 | 1 | |
| | 鱗鮪科 Balistidae | - | 1 | |
| | 頭足綱 Cephalopoda | 3 | 4 | |
| | 甲殼綱 Crustacea | 2 | 3 | |
| | 小計 | 19 | 29 | -3.05** |
| 底生性魚種 | 魷科 Dasyatidae | 1 | - | |
| | 合齒科 Synodontidae | 1 | - | |
| | 牛尾魚科 Platycephalidae | 1 | - | |
| | 馬頭魚科 Branchiostegidae | 1 | - | |
| | 石首魚科 Sciaenidae | 4 | 4 | |
| | 鬚鯛科 Mullidae | - | 1 | |
| | 銀魷科 Ehippidae | 1 | - | |
| | 帶魚科 Trichiuridae | 1 | 1 | |
| | 烏鰂科 Formionidae | - | 1 | |
| | 長鰂科 Centrolophidae | 1 | 1 | |
| | 鰂科 Stromateidae | 1 | 1 | |
| | 左鰈科 Bothidae | 1 | - | |
| | 左鰾科 Cynoglossidae | - | 1 | |
| | 小計 | 13 | 10 | 1.00 |
| 合 計 | | 48 | 60 | -1.97* |

註：*表顯著水準 ($\alpha = 0.05$) ; **表顯著水準 ($\alpha = 0.01$)

表7 魚礁投放前後三年魚種之年平均CPUE增加和變動係數之比較

| 魚種 | 投 放 前 | | 投 放 後 | | 比 較 | |
|-------|--------|------|---------|------|---------|------|
| | CPUE | 變動係數 | CPUE | 變動係數 | CPUE | 變動係數 |
| 土托鱈 | 0.0033 | 1.41 | 9.1989 | 0.49 | 2754.15 | 0.34 |
| 竹節鱈 | 0.0027 | 1.41 | 1.2114 | 0.31 | 453.38 | 0.22 |
| 黑瓜子鱈 | 0.0007 | 1.41 | 0.1406 | 0.73 | 210.53 | 0.52 |
| 鎖管 | 0.0910 | 1.05 | 4.5564 | 1.41 | 50.05 | 1.35 |
| 蘆蝦 | 0.0010 | 1.41 | 0.0289 | 1.07 | 28.31 | 0.75 |
| 長繭 | 0.0240 | 0.94 | 0.2534 | 0.80 | 10.54 | 0.85 |
| 白鰓 | 0.0344 | 1.41 | 0.2230 | 0.24 | 6.48 | 0.17 |
| 細鱗石鱈 | 0.0170 | 1.41 | 0.1100 | 0.59 | 6.46 | 0.42 |
| 白腹鱈 | 2.5757 | 1.41 | 11.0302 | 0.59 | 4.28 | 0.42 |
| 白鰓 | 0.2857 | 1.01 | 1.0923 | 0.07 | 3.82 | 0.07 |
| 紅甘鱈 | 0.2844 | 0.71 | 0.9991 | 0.49 | 3.51 | 0.68 |
| 日本鯊 | 8.8847 | 1.01 | 31.0885 | 1.06 | 3.50 | 1.05 |
| 銀齒鰓 | 0.0115 | 1.41 | 0.0330 | 0.72 | 2.86 | 0.51 |
| 黃鱈鮪 | 0.5138 | 0.69 | 1.2244 | 0.70 | 2.38 | 1.01 |
| 黑鰓 | 0.1166 | 0.82 | 0.2741 | 0.68 | 2.35 | 0.82 |
| 金線魚 | 0.0067 | 1.41 | 0.0149 | 1.01 | 2.24 | 0.71 |
| 鱈魚 | 0.0339 | 1.41 | 0.0734 | 0.78 | 2.16 | 0.55 |
| 烏魚 | 4.5029 | 0.23 | 9.0005 | 0.60 | 2.00 | 2.55 |
| 日本龍蝦 | 0.0030 | 0.76 | 0.0057 | 1.14 | 1.88 | 1.50 |
| 軟翅仔 | 0.0154 | 1.41 | 0.0278 | 0.92 | 1.81 | 0.65 |
| 白帶魚 | 3.8662 | 0.31 | 6.8443 | 0.42 | 1.77 | 1.33 |
| 瓜子鰓 | 0.1163 | 1.41 | 0.1976 | 0.59 | 1.70 | 0.41 |
| 花身雞魚 | 1.2246 | 1.41 | 2.0532 | 0.63 | 1.68 | 0.45 |
| 蘭勃舵魚 | 0.0095 | 1.41 | 0.0142 | 1.41 | 1.50 | 1.00 |
| 紅肉旗魚 | 1.2393 | 0.33 | 1.8281 | 0.33 | 1.48 | 0.99 |
| 鮫魚 | 0.7273 | 0.91 | 0.9876 | 0.73 | 1.36 | 0.80 |
| 小口馬鱈魚 | 2.7680 | 0.31 | 3.1554 | 0.20 | 1.14 | 0.64 |
| 血鰓 | 0.0023 | 1.41 | 0.0024 | 1.41 | 1.07 | 1.00 |

表 8 魚礁投放前後三年魚種別年平均 CPUE 減少和變動係數之比較

| 魚 種 | 投 放 前 | | 投 放 後 | | 比 較 | |
|------|---------|------|--------|------|------|------|
| | CPUE | 變動係數 | CPUE | 變動係數 | CPUE | 變動係數 |
| 扁甲鰻 | 0.1121 | 1.41 | 0.1066 | 0.81 | 0.95 | 0.57 |
| 擬青石斑 | 0.0503 | 1.41 | 0.0241 | 0.62 | 0.48 | 0.44 |
| 烏賊 | 5.5559 | 0.55 | 2.5831 | 0.76 | 0.46 | 1.38 |
| 臭都魚 | 0.0132 | 1.41 | 0.0048 | 1.41 | 0.36 | 1.00 |
| 龍紋鱗 | 28.1072 | 0.41 | 9.6323 | 0.68 | 0.34 | 1.68 |
| 高麗鱈 | 0.0511 | 1.41 | 0.0174 | 1.41 | 0.34 | 1.00 |
| 銀帶鱈 | 10.9863 | 1.02 | 2.6247 | 0.46 | 0.24 | 0.45 |
| 嘉鱸魚 | 0.0913 | 1.33 | 0.0204 | 0.87 | 0.22 | 0.65 |
| 斑海鯨 | 0.5161 | 1.31 | 0.0845 | 1.41 | 0.16 | 1.08 |
| 圓花鱧 | 25.6549 | 0.50 | 2.5967 | 0.99 | 0.10 | 2.00 |
| 馬加鱈 | 35.0263 | 0.28 | 3.2645 | 0.13 | 0.09 | 0.48 |
| 黃魚 | 0.0608 | 0.93 | 0.0014 | 1.41 | 0.02 | 1.53 |

表 9 魚礁投放前後影響魚種 C P U E 的二因子變異數分析

| 魚 種 | 魚礁別 (REEF) 的 F 值 | 投放年別 (YEAR) 的 F 值 |
|-----------|------------------|-------------------|
| 白 鯧 + | 1476.295** | 214.594** |
| 竹 節 鱒 + | 20.875** | 1.009 |
| 馬 加 鱒 - | 20.495** | 0.934 |
| 烏 賊 - | 13.579* | 19.448** |
| 白 鰻 + | 10.368* | 0.429 |
| 土 托 鱒 + | 8.457* | 1.004 |
| 銀 帶 鱒 - | 8.409* | 1.467 |
| 鮚 魚 + | 7.967* | 111.412** |
| 蘭 勃 舵 魚 + | 1.000 | 22.404** |
| 金 線 魚 + | 3.238 | 14.057* |
| 鱸 魚 + | 2.898 | 9.493* |

註：*表顯著水準 ($\alpha = 0.10$) ; **表顯著水準 ($\alpha = 0.05$) ; +表顯著性增加 ;
-表顯著性減少

(4) 魚礁對魚種漁期之影響

以簡單平均法 (Average of original data) , 即所有年份全年之平均為 100% , 求得各魚種於魚礁投放前後三年, 月別平均 CPUE 之季節指數, 由季節指數, 可看出各魚種漁期之變化。表 10 為魚礁投放前後影響魚種漁期一致性之相關檢定, 結果發現只有烏魚、烏賊、鎖管、銀齒魷、日本紫、鮟魚、細鱗石鱸、金線魚、黃鰭鮪、嘉鱷魚、銀帶鱸與龍紋鱸等 12 魚種, 其相關係數 (Coefficient of correlation) 較高, 經 T 檢定, 漁期受魚礁投放後之影響很小 ($P < 0.05$) ; 而其餘 28 魚種, 漁期則明顯地受到魚礁投放後之影響 ($P > 0.05$) 。此或因投放魚礁後, 吸引更多魚群來索餌或產卵洄游, 而造成漁期提前或後延之現象 (土屋, 1985) 。

(5) 經濟效益之比較

魚價之變動, 除間接受海、漁況影響外, 更直接為漁獲量、體長、鮮度、肥滿度、季節與物價指數所左右 (林等, 1986) 。在礁區作業的漁筏, 因往返時間較短, 漁獲鮮度較佳, 故售價較高。表 11 為魚礁投放後三年之魚種年平均拍賣魚價表, 以魚價總平均 105 元/公斤為準, 若高於魚價總平均, 則表示高經濟價值魚種。結果得知魚礁投放後, CPUE 增加的魚種和新增魚種共有 48 種, 其中有 26 種 (約佔 54%) 為高經濟價值魚種; 而 CPUE 減少的魚種和減少魚種共有 20 種, 其中只有 6 種 (約佔 30%) 為高經濟價值魚種, 明顯地魚礁投放後, 所增加的魚種, 大多為高經濟價值魚種, 與張 (1979) 所調查的結果一致。

在外埔海域魚礁投放前後三年沿岸漁筏的作業情形, 如表 12 所示, 雖然漁筏作業艘次、總漁獲量與金額有下降趨勢, 而魚礁投放後三年, 漁筏平均 CPUE 與平均收益, 卻有明顯上升之傾向; 這可能是漁筏作業艘次減

表 1 0 魚礁投放前後影響魚種漁期一致性之相關檢定

| 魚 種 | 相關係數 R 值 | T 檢定值 |
|-------|----------|---------|
| 烏 魚 | 0.97748 | 14.646* |
| 烏 賊 | 0.94378 | 9.029* |
| 鎖 管 | 0.93264 | 8.174* |
| 銀 齒 賊 | 0.90485 | 6.721* |
| 日 本 鯊 | 0.84011 | 4.898* |
| 鮫 魚 | 0.82978 | 4.702* |
| 細鱗石鱸 | 0.78522 | 4.010* |
| 金 線 魚 | 0.75657 | 3.659* |
| 黃 鰭 鮪 | 0.75195 | 3.607* |
| 嘉 鱸 魚 | 0.65458 | 2.738* |
| 銀 帶 鱗 | 0.65334 | 2.729* |
| 龍 紋 鱈 | 0.63590 | 2.606* |

註：*表顯著水準 ($\alpha = 0.05$)

表 1 1 魚礁投放後三年之魚種年平均拍賣魚價表

| 增加魚種 | 魚價 | 減少魚種 | 魚價 | 新增魚種 | 魚價 | 減少魚種 | 魚價 |
|--------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|
| ※日本龍蝦 | \$700 | ※嘉鱸魚 | \$211 | ※赤鯨 | \$205 | ※馬頭魚 | \$170 |
| ※蘭勃舵魚 | \$440 | ※擬青石斑 | \$190 | ※短壯鞋底魚 | \$186 | 條紋簾鯛 | \$103 |
| ※血鯛 | \$300 | ※高麗鰭 | \$180 | ※黃錫鯛 | \$175 | 印度牛尾魚 | \$81 |
| ※烏魚 | \$203 | ※馬加鰭 | \$177 | ※鉅緣青蟳 | \$131 | 大齒扁魚 | \$71 |
| ※蘆蝦 | \$203 | ※黃魚 | \$140 | ※秋姑魚 | \$130 | 寶刀魚 | \$58 |
| ※黑鯛 | \$200 | 烏賊 | \$86 | ※龍占 | \$111 | 正蜥魚 | \$20 |
| ※土托鰭 | \$194 | 臭都魚 | \$80 | ※中國鰭 | \$110 | 灰海鰻 | \$16 |
| ※鱸魚 | \$177 | 銀帶鰭 | \$75 | ※斑雞魚 | \$108 | 赤土魴 | \$10 |
| ※黑瓜子鱸 | \$165 | 龍紋鰭 | \$23 | ※薄葉單棘魷 | \$106 | | |
| ※小口馬鯨魚 | \$141 | 扁甲鰭 | \$22 | 大眼金梭魚 | \$85 | | |
| ※軟翅仔 | \$128 | 斑海鯨 | \$16 | 南魷 | \$82 | | |
| ※長鰻 | \$122 | 圓花鯉 | \$12 | 青嘴龍占 | \$80 | | |
| ※花身雞魚 | \$121 | | | 瓜子鰭 | \$80 | | |
| ※紅肉旗魚 | \$107 | | | 艾尾鶴魷 | \$80 | | |
| ※鮓魚 | \$106 | | | 銅鏡鰭 | \$78 | | |
| ※細鱗石鱸 | \$106 | | | 大眼鯛 | \$65 | | |
| ※銀齒魷 | \$105 | | | 烏鰮 | \$60 | | |
| 紅甘鰭 | \$100 | | | 南方逆鈎鰭 | \$34 | | |
| 金線魚 | \$97 | | | 鱮魚 | \$12 | | |
| 瓜子鰮 | \$95 | | | 花腹鰭 | \$5 | | |
| 竹節鰭 | \$86 | | | | | | |
| 白帶魚 | \$84 | | | | | | |
| 日本紫 | \$77 | | | | | | |
| 白魷 | \$74 | | | | | | |
| 白鰮 | \$71 | | | | | | |
| 白腹鰭 | \$69 | | | | | | |
| 鎖管 | \$65 | | | | | | |
| 黃鰭鮪 | \$54 | | | | | | |

註：以魚價總平均（105元／公斤）為準，※表高經濟價值魚種（>105元／公斤）

表 1 2 外埔海域魚礁投放前後三年沿岸漁筏作業情形

| 年度 | 作業艘次 | 漁獲量 (公斤) | 金額 (元) | CPUE | 平均收益 |
|-------|------|----------|----------|----------|----------|
| 71-72 | 1305 | 252083 | 17666392 | 193.1670 | 13537.46 |
| 72-73 | 1174 | 164562 | 11674171 | 140.1720 | 9943.927 |
| 73-74 | 998 | 87382 | 8203194 | 87.55711 | 8219.633 |
| 投放魚礁 | - | - | - | - | - |
| 74-75 | 860 | 87398 | 7987501 | 101.6255 | 9287.791 |
| 75-76 | 619 | 62950 | 6502167 | 101.6962 | 10504.30 |
| 76-77 | 416 | 56143 | 5004071 | 134.9591 | 12029.01 |

少，以及投放魚礁後，能夠培育資源所致。圖 4 為魚礁投放前後三年漁筏平均收益之情形，魚礁投放後，漁筏平均收益，每艘次在一萬元左右，據調查長期固定在外埔魚礁區作業的漁筏約 10~15 艘，有些漁筏每年之收益，甚至超過一百萬元。

結 論

人工魚礁設置的目的，就是將礁石投放海中，以改變海洋環境，吸引魚貝類在此洄游或棲息，從而形成一處具有經濟價值的漁場。目前我國漁業之發展，外受領海擴張之漁場限制，內有近沿海漁業資源枯竭之危機，這皆要積極地去克服改善；而投放人工魚礁，用來培育漁業資源，才是解決此一問題的最佳方法，也是未來漁業發展之趨勢。

近年來隨著國人生活水準的提高，休閒娛樂中釣魚活動日益蓬勃發展，因此設置人工魚礁，聚魚以供海釣，已成為觀光的休閒漁業，凡此，均肯定魚礁投放後的效益。而投放魚礁，還有許多其它不易估計的效益，如（1）魚礁能誘集魚類，發揮為副漁具之功能，使漁民漁獲更方便，節省成本支出。（2）聚集的魚種，大部份為岩礁性之高經濟價值魚種。（3）魚礁可提供稚魚庇護，以及魚類棲息、索餌和產卵等場所（佐藤，1984）。（4）保護漁場環境，防止底拖網漁船，入侵沿岸三海裡內濫捕，以避免破壞資源。（5）改造海底環境，使原本生產力較低，魚種較少的砂泥底質環境，改變成生產力較高，魚種較多的岩礁環境（邵，1989 b）。然而人工魚礁聚魚之原因，至今仍不十分明白，一般有陰影說、餌料說、逃避目標說、渦流說、音響說、本能說（走觸說）等效果說（佐藤，1976；井上，1985），所以人工魚礁的發展，實有繼續研究改進之必要。

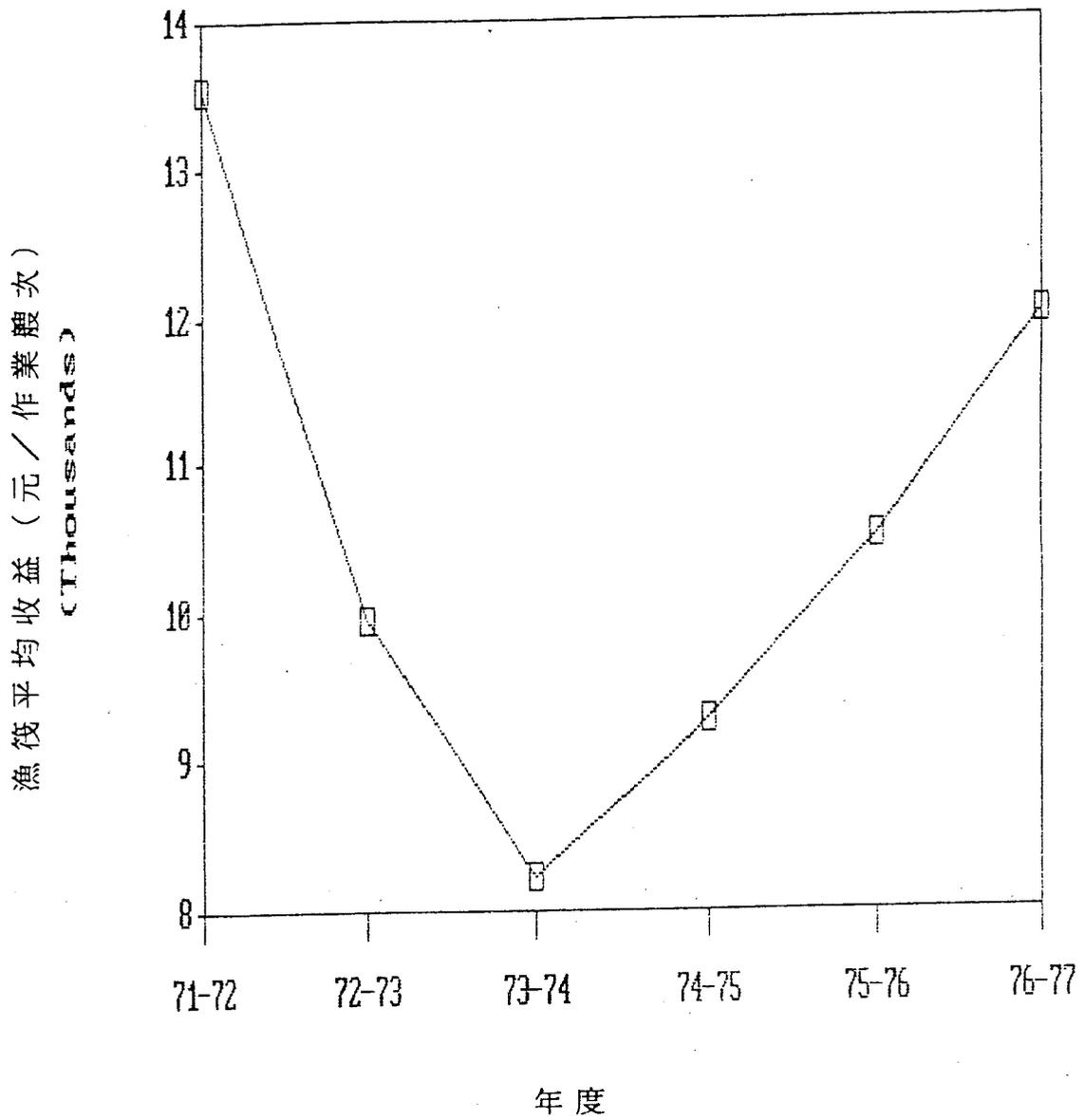


圖 4 . 魚礁投放前後三年漁筏平均收益情形

人工魚礁投放後之漁獲效益，據外埔漁民表示，投放魚礁後主要增加的魚種，有土托鰭、鮫魚、細鱗石鱸、花身雞魚、斑雞魚、黃錫鯛與龍占等，大部份為岩礁性之高經濟價值魚種，與漁獲資料所分析的結果一致，因此魚礁投放後，有培育資源與增產魚類之效果。今後投放魚礁，必須集中堆置，才能更吸引魚類 (Yoshimuda, 1982)；並應選擇適當地點來投放，以免被掩埋並造成生態環境之破壞 (Bohnsack and Sutherland, 1985)。至於有些礁區，迄今仍找不到礁體，無法進行效果調查等，都需要再檢討改進，如此才能使人工魚礁的投放，發揮更大效益，並能造福漁民，以期對漁業之振興有所貢獻。

謝 辭

本研究承行政院農業委員會經費支助（計畫編號：79農建-3.2-漁-20(3-2A)）；執行期間承魏總明船長協助調查，南龍區漁會梁水枝先生提供資料，國立臺灣海洋大學漁業系劉春成講師提供寶貴建言、漁業研究所研究生王啓銘、劉仁銘、張孝仁、陳瑞榮等君之幫忙，以及台灣省水產試驗所技師林志遠先生之實驗協助，均在此一併致謝。

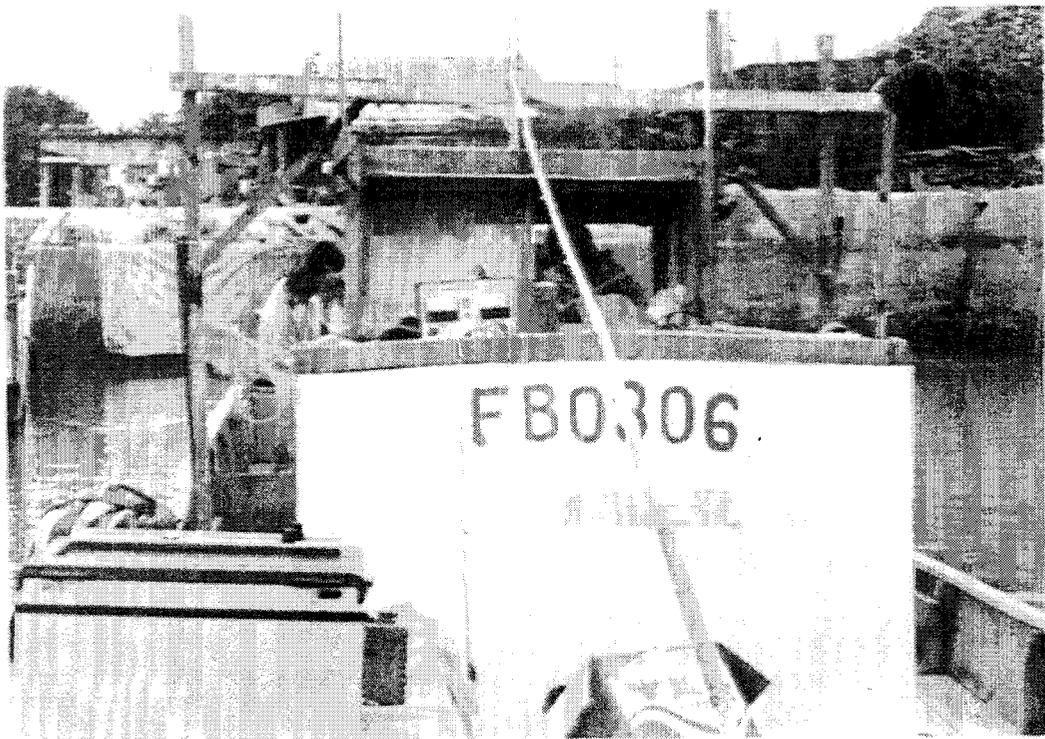
參考文獻

1. Allen, G.R. (1972). The anemone fishes their classification and biology. I.F.H. Publications Incorporated, Neptune City, New Jersey, USA.
2. Bohnsack, J.A. and D.L. Sutherland (1985). Artificial reef research: A review with recommendations for future priorities Bull. Mar. Sci. 37 (1), 11-39.
3. Feder, H.M. (1966). Cleaning symbiosis in the

- marine environment. I.S.M., editor. Symbiosis. Academic Press, New York, New York, USA., 327-380.
4. Frank M.D'Itri (1985). Artificial Reefs Marine and Freshwater Applications. Lewis Publishers, Inc. 54-58.
 5. Hung, T.C. and J.C. Chen (1975). Environmental study on shellfish cultivating area of western coast of Taiwan. 4th Pan-Pacific Conf. Region Sci., Taipei, 125-138.
 6. Morisita, M. (1959). Measuring of interspecific association and similarity between communities. Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. E. (Biol.), 3, 65-80.
 7. Yoshimuda, N. (1982). Discussion of installation planning. in S.F. Vik, ed. Japanese artificial reef technology. Aquabio, Inc., 2957 Sunset Blvd., Bellair Bluffs, FL. Tech. Rep. 604, 137-165.
 8. 小川良徳 (1966). 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (I ~ VI). 東海水研報第45號, 107-163.
 9. 小川良徳 (1967). 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (VII). 日本水産學會誌. 33(9), 801-811.
 10. 小川良徳 (1968). 人工魚礁に對する魚群行動の實驗的研究 (VIII). 日本水産學會誌. 34(3), 169-176.
 11. 小川良徳 (1969). 人工魚礁と魚付き. 水産増殖臨時號. 7, 2-21.
 12. 土屋 保 (1985). 新潟縣沿岸域における人工魚礁の總合的研究と事業. 新潟縣水産試驗場, 329pp.
 13. 井上 實 (1985). 漁具と魚の行動. 恒星社厚生閣, 39-41.
 14. 田中敬健 (1988). 福田沖人工礁魚礁の漁獲效果. 水産土木. 25(1), 13-19.

15. 安永義暢・乃万俊文・日向野純也・久保 敏・武内智行・瀬戸口明弘・庄司泰雅・高山 實(1989). 並型人工魚礁における環境變動と魚群生態. 水産工學研究所研究報告. 10, 1-58.
16. 佐藤 修(1976). 魚の集魚理由(假説の提起). 人工魚礁の理論と實際(I), 基礎篇, 魚礁総合研究会, 日本水産資源保護協會, 37-39.
17. 佐藤 修(1984). 人工魚礁. 恒星社厚生閣, 130pp.
18. 岡本峰雄(1983 a). ポータブル計量式魚探(SIMRAD EY-M)による魚礁航走調査法について. 水産海洋研究会報. 43, 98-103.
19. 岡本峰雄(1983 b). 人工魚礁集魚の観察法について. さかなと魚礁. 4(1), 8-12.
20. 柿元 皓(1967). 人工魚礁の効果範囲について. 水産増殖14(4), 181-189.
21. 肥後伸夫(1974). 潜水観察による人工魚礁の實態について(I). 鹿兒島大學水産學部紀要. 23, 19-28.
22. 肥後伸夫・長島美知男(1978). 潜水観察による人工魚礁の實態について(II). 鹿兒島大學水産學部紀要. 27(1), 117-130.
23. 肥後伸夫・吐師 弘・田佃静夫・上水樽豊己(1979). 潜水観察による人工魚礁の實態について(III). 鹿兒島大學水産學部紀要. 28, 91-105.
24. 桑野雪延・ほか(1965). 人工魚礁の漁獲効果に関する調査報告. 長崎縣水試, 1-50.
25. 増澤 壽(1974). 人工魚礁の生産効果. 水産土木. 11(1), 19-26.
26. 鹽川 司(1962). 沿岸における小型刺網漁業とその資源-II. 日本水産學會誌. 28(7), 671-678.
27. 李燦然(1980). 人工魚礁專輯. 台灣省水産試驗所試驗報告, 49pp.

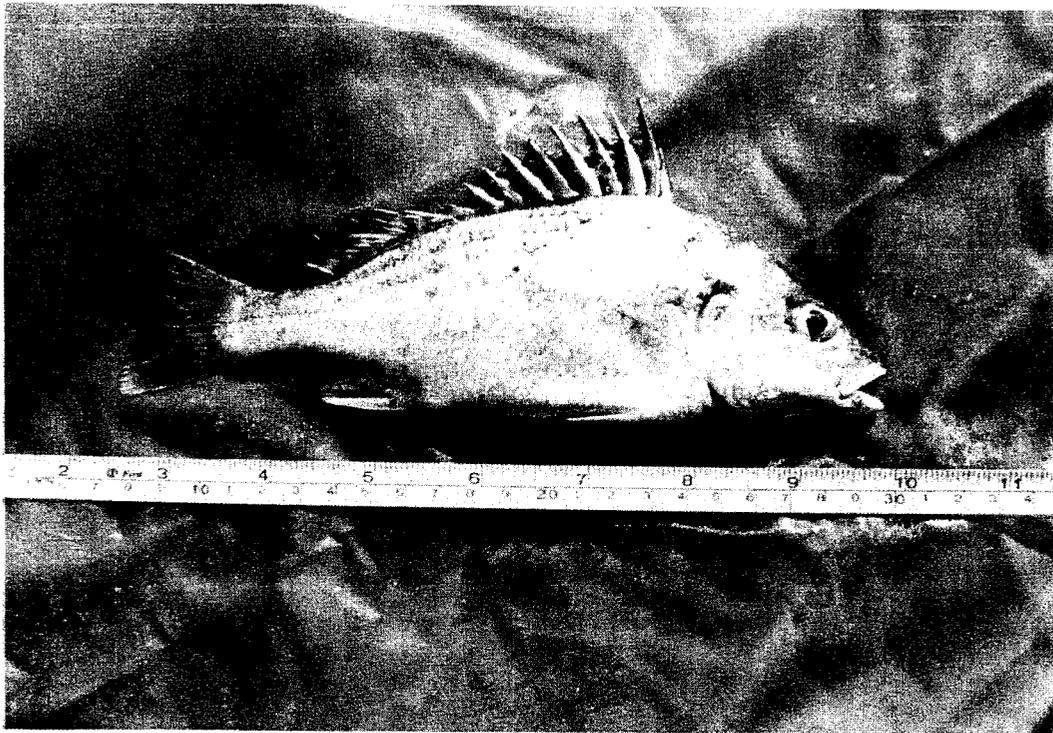
- 28.林志遠·劉春成·陳朝欽·鄭火元(1986). 東澳定置漁業之漁獲組成與變動研究. 海洋學報20期, 67-106.
- 29.邵廣昭(1988). 北部海域設置人工魚礁之規劃研究. 中央研究院動物研究所專刊第12號, 121pp.
- 30.邵廣昭(1989 a). 人工魚礁—積極復育近沿海漁業資源. 中國水產. 438, 14-32.
- 31.邵廣昭(1989 b). 台灣海域設置人工魚礁之規劃研究. 中央研究院動物研究所專刊第13號, 117pp.
- 32.陳桓敦·陳中和·陳文喜·王大明·蔣國平·馬筱平(1988). 苗栗縣外埔人工魚礁區調查評估報告. 台灣省漁業局專集報告. No4, 39-46.
- 33.張崑雄(1976). 人工魚礁. 中央研究院動物研究所專刊第一號, 68pp.
- 34.張崑雄(1977). 人工魚礁(續). 中央研究院動物研究所專刊第二號, 49pp.
- 35.張崑雄(1979). 人工魚礁(第三號). 中央研究院動物研究所專刊第七號, 74pp.
- 36.歐錫祺·劉春成·劉仁銘·王啓銘·陳瑞榮(1990 a). 台灣西北部南寮區人工魚礁之分佈實態. 中國水產. 445, 17-26.
- 37.歐錫祺·劉春成·陳伯實·林志遠·張孝仁(1990 b). 苗栗縣外埔區人工魚礁之分佈實態. 中國水產. 447, 9-22.



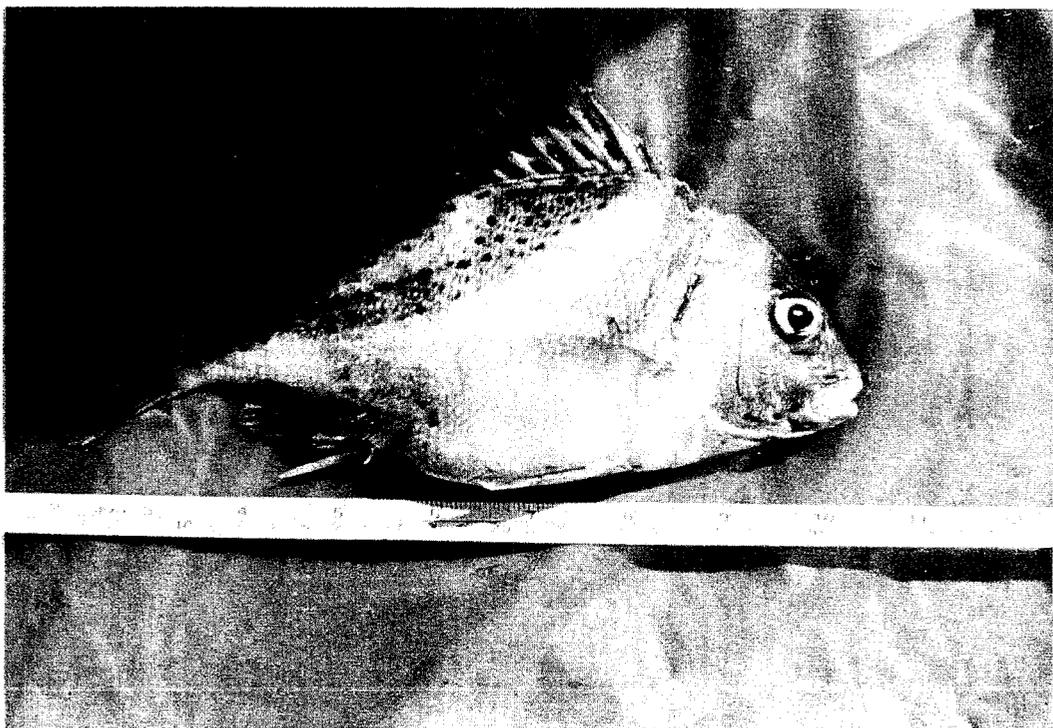
照片 1 . 租用民間船筏



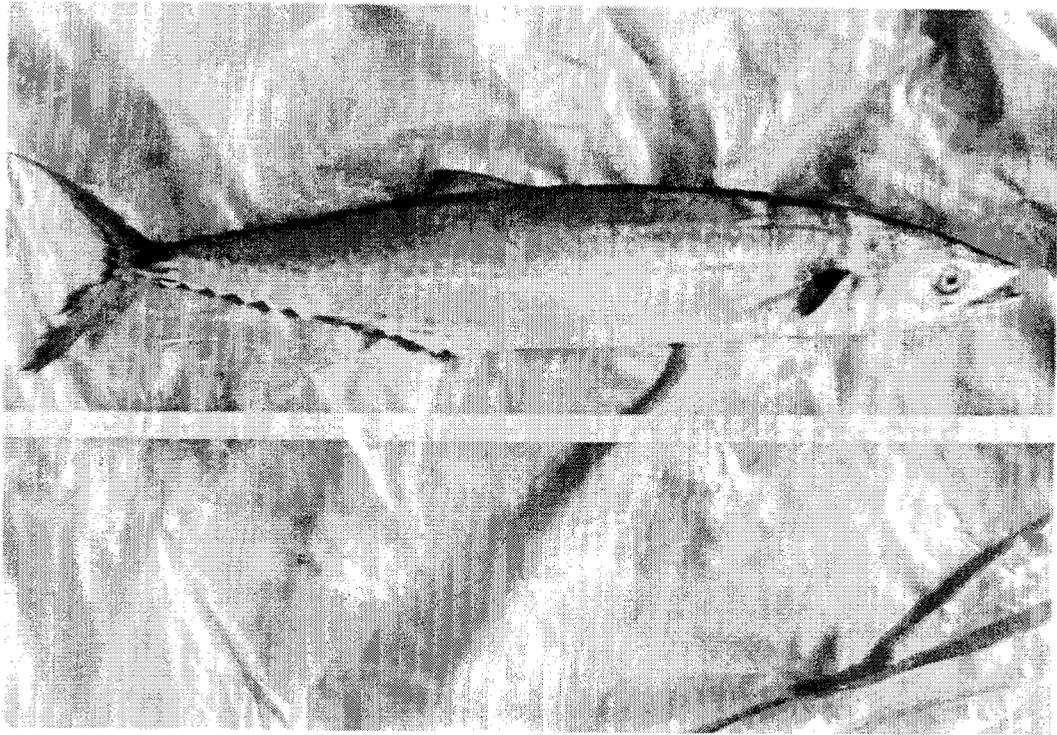
照片 2 . 三重底刺網之漁獲試驗



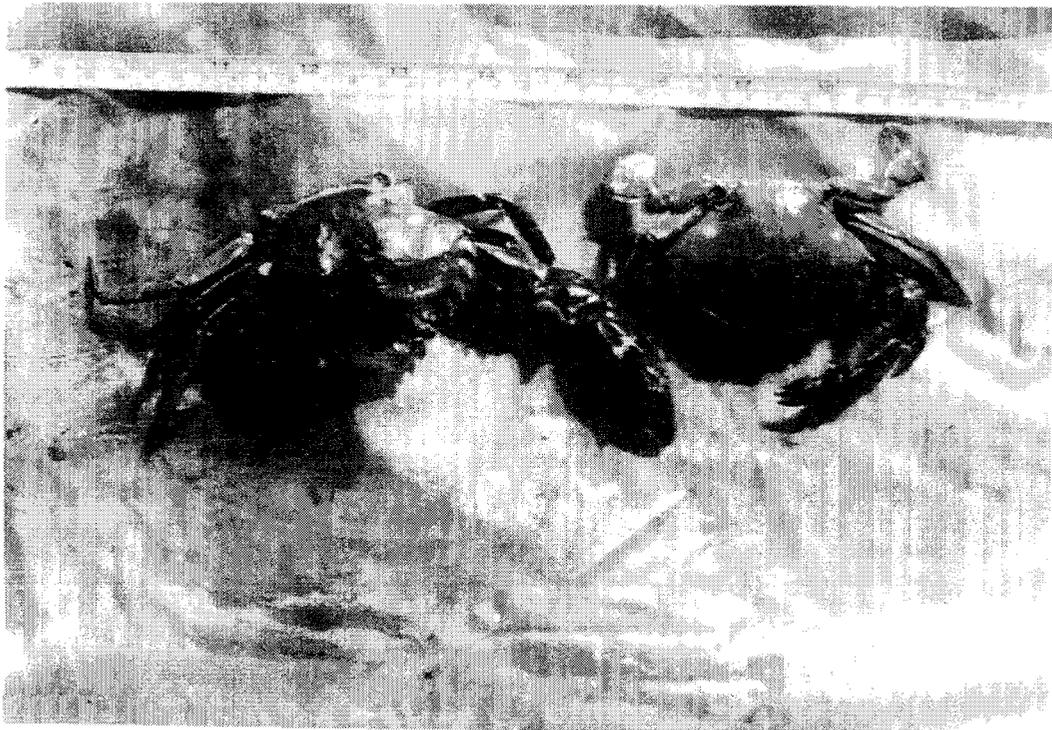
照片 3 . 斑雞魚 (Pomadasys maculatus)



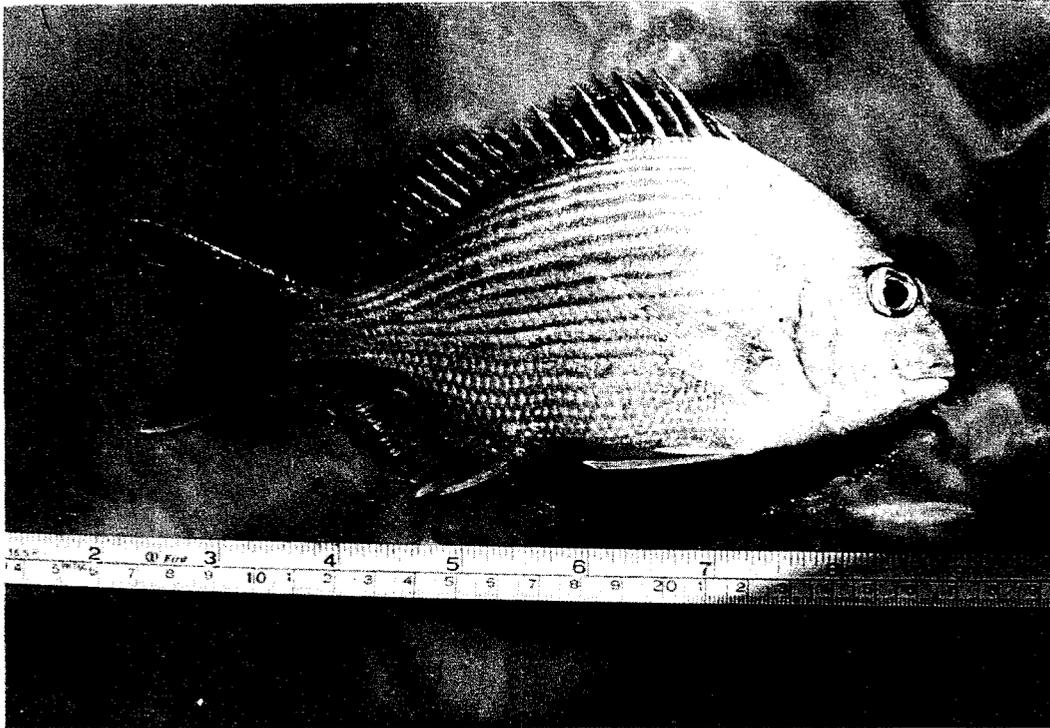
照片 4 . 細鱗石鱸 (Plectorhynchus pictus)



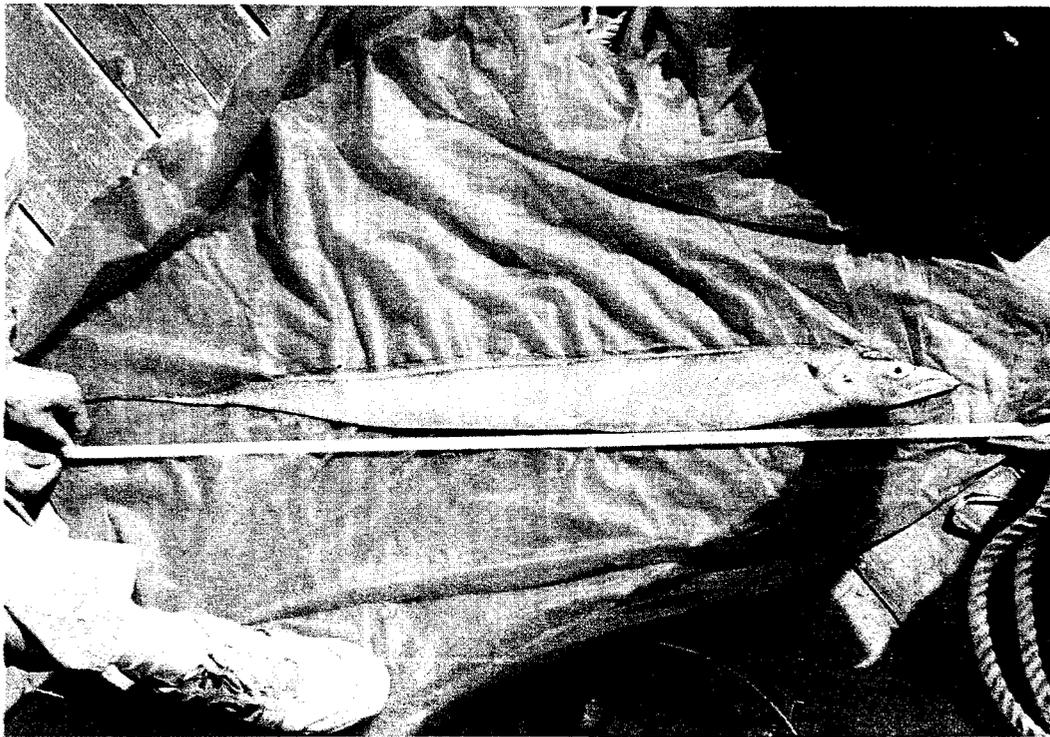
照片 5 . 白腹鱈 (*Scomberomorus guttatus*)



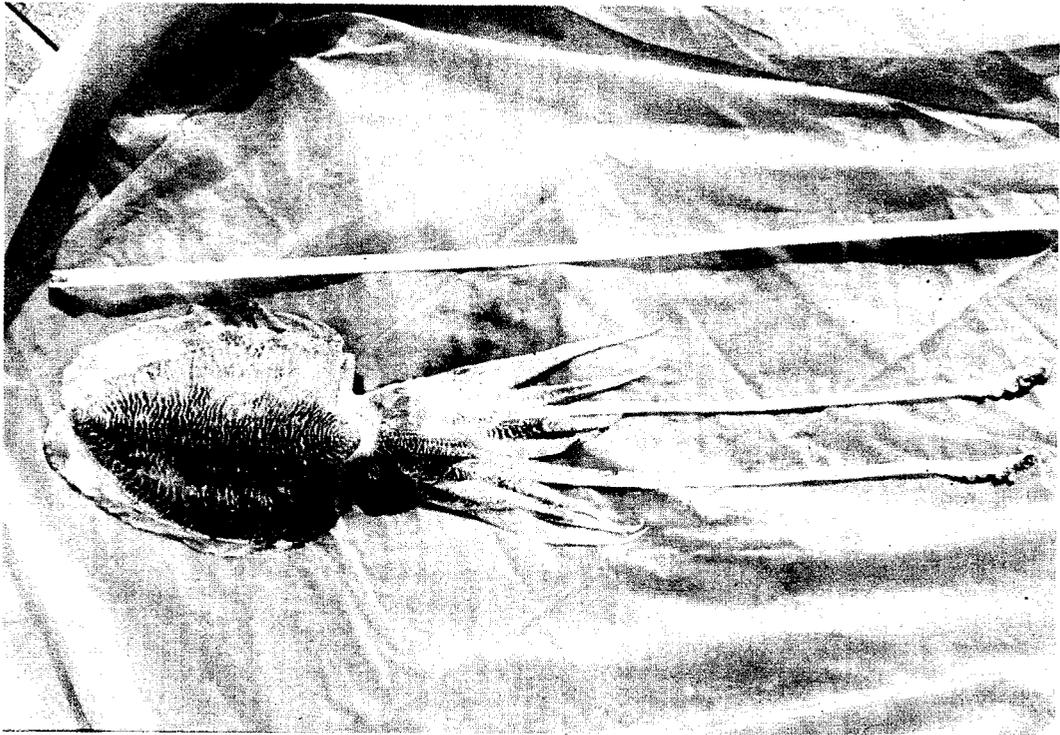
照片 6 . 鉅綠青蟳 (*Scylla serrata*)



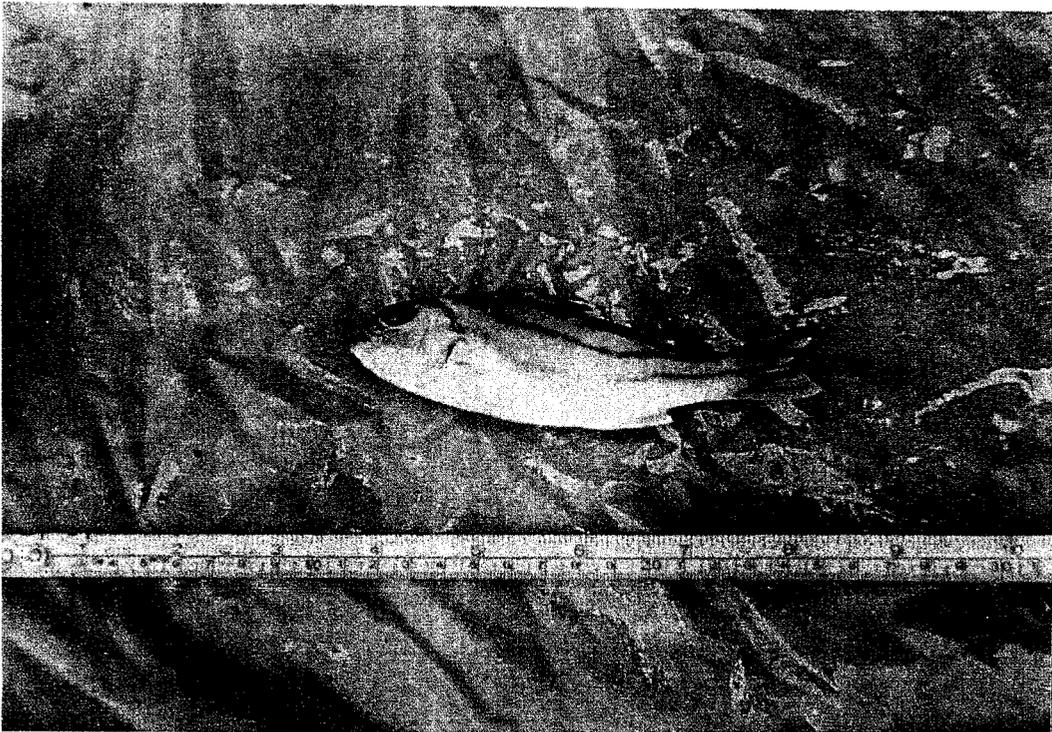
照片 7 . 黃錫鯛 (Sparus sarba)



照片 8 . 白帶魚 (Trichiurus lepturus)



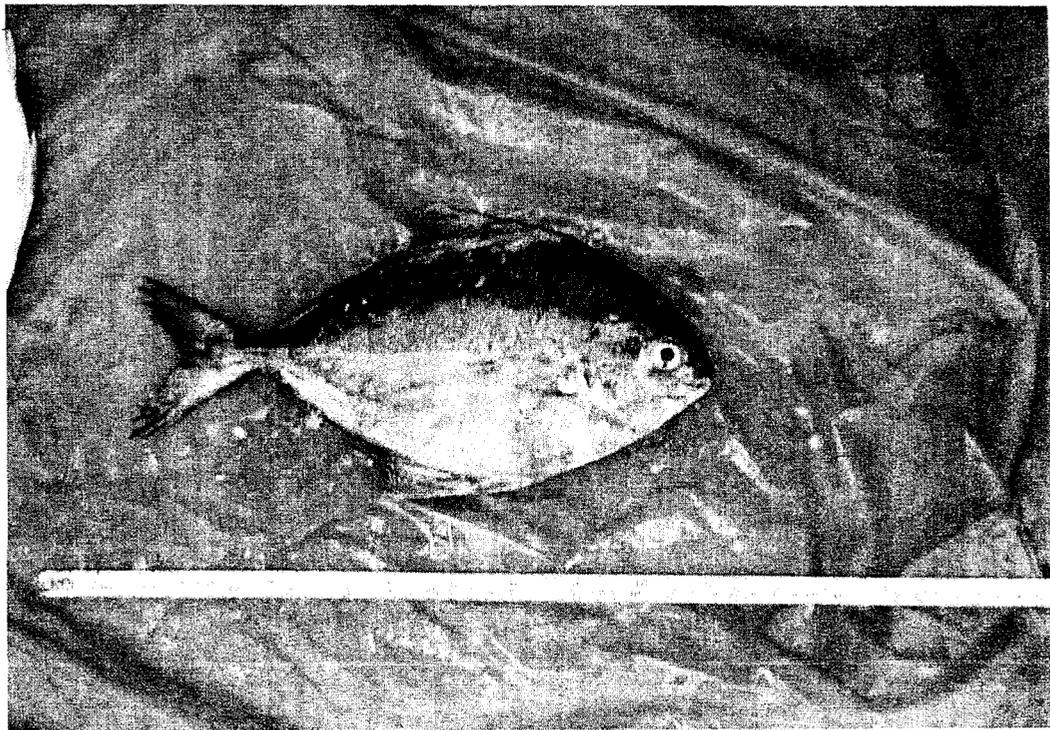
照片 9 . 烏賊 (*Sepia esculenta*)



照片 10 . 花身雞魚 (*Therapon jarbua*)



照片 1 1 . 擬青石斑 (Epinephelus diacanthus)



照片 1 2 . 烏鯧 (Apolectus niger)